中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 50(4): 59～65 (2001)

荔枝育種-親本對子代幼年期、果實成熟期、果實性狀之影響及優良品系選拔[1]

張哲瑋[2] 趙政男[2] 顏昌瑞[3]

摘要：荔枝人工雜交授粉以‘沙坑’及‘桂味’為母本著果率較高。調查荔枝雜交育種所使用之親本對子代植株幼年期、果實成熟期、果實品質之影響，結果顯示以‘沙坑’、‘高雄早生’及‘港尾晚生’為母本所得之子代幼年期較短。以‘沙坑’為母本可獲得較高比例的早熟後代，且以沙坑種的實生後裔為母本，則其後裔果實成熟期有更提前之趨勢。自然授粉實生苗果實性狀與原母本一致性較高者為可溶性固形物，果重以小果品種之後裔表現與母本較為相似，果肉率則以大果品種之後裔與母本較為相近。實生品系評估結果已選獲1個早熟及4個中晚熟實生品系。

關鍵詞：荔枝、育種、子代、幼年期、果實成熟期、果實性狀。

前　言

荔枝原產中國大陸，由於果實色、香、味俱佳而聞名於世，成為最名貴的亞熱帶果實之一。臺灣引進栽培已有二百餘年之歷史，光復前由於栽培管理之粗放，加上品種混雜，果實品質差，所以栽培不多且呈零星分佈。至民國40～50年代間嘉義農業試驗分所及中興大學承蒙農復會（農委會前身）的經費補助，篩選出高產之黑葉品種，使得荔枝的栽培面積大幅增加[2, 3]，年產量亦直線上升。據臺灣農業年報的統計，民國87年臺灣荔枝栽培面積已達12051公頃，年產量高達49241公噸[4]。雖然黑葉荔枝之品質中等，但由於適應性強、產量高而穩定，農民一窩蜂的種植，使得該品種之種植面積迅速擴張，目前已佔臺灣荔枝總栽培面積之90％以上，成為臺灣最主要的經濟栽培品種。由於荔枝產期短，栽培品種過於單一化的結果，造成產期集中，加上荔枝果實保鮮貯運的不易，市場難於拓展，對銷售市場形成極大的壓力，導致盛產時果品價格低落不符生產成本。因此，有必要利用育種的方式選育出不同產期的高品質優良品種，提供果農栽培，以分散產期，來解決因品種單一，產期過分集中，所導致的盛產壓力。

荔枝育種多採自然授粉 (open-pollination) 實生苗選種[9]，因此，如能即時就現有的資料對不同母本來源之實生苗果實性狀予以評估，適度選擇母本並調整各品種種子收集及播種數量，將可大量節省投入育種所須的人力、時間、經費、土地，提高效率。另外，為準確獲得有希望之雜交組合，本研究亦採用人工雜交授粉，希望能彌補自然授粉之不足。

---

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第2093號。本文原在「提昇果樹產業競爭力研討會」（民國86年3月20、21日）發表，經增添資料修改整理而成。

2. 本所嘉義農業試驗分所助理研究員與助理研究員。臺灣省　嘉義市。

3. 國立屏東科技大學農園生產技術系教授。臺灣省　屏東縣。

本文探討親本對荔枝人工授粉著果率的影響，並就育種之親本對子代植株幼年期、果實成熟期及果實品質之影響加以分析討論，亦報導育種方面的成果。

材料與方法

一、自然授粉實生選種

調查嘉義農業試驗分所荔枝品種基因庫中植物自然雜交後代的各種性狀。該基因庫內含有臺灣主要品種共15種，包括玉荷包、桂味、糯米糍、港尾晚生、黑葉、萬年紅、三月紅、高雄早生、竹葉黑、妃子笑、桂枝、獅頭、糖薄、淮枝、新興等，採取密植且同一品種不相鄰以提高雜交授粉率，同時亦自各地混植不同品種之荔枝園取種子播成實生苗，以供選種。

二、人工雜交授粉

開花前將花穗套袋，待雌花開後第二天或三天，選取當天開放之花，每花穗授粉15-20朵左右，其餘除去，再將花穗套袋，並於授粉前一天先採取雄花置於培養皿，以燈泡照射，使其於培養皿中裂開花葯以爲花粉源[6]，參試品種如表1。

三、實生苗處理

爲節省土地的使用採廣爲世界各國常用之密植方式[8, 10, 11]，民國83年以前採行株距2.5m × 0.25m，後因考慮到生長勢弱之實生苗常受到影響而淘汰，乃將行株距略爲擴大改採3.0m × 1.0m，並將生長勢弱者分區種植。實生苗生育期間定時施肥並依需要時防治病蟲害。

四、調查及選拔

調查植株幼年期。評估果實主要性狀，這些性狀包括果重、種子重、果肉率、可溶性固形物、肉質、成熟期等。

結果與討論

一、品種間人工雜交授粉著果率

以10個臺灣主要的栽培品種（系）當父母本，進行人工雜交授粉，結果顯示品種間雜交成功率【(結果穗數/授粉穗數) × 100%】差異極大（表1），以沙坑爲母本成功率最高，可達40%以上，桂味其次亦有36%，再其次依序爲三月紅、淮荔、黑葉、玉荷包、港尾晚生，較差的爲糯米糍及獅頭分別爲3.3%及0%；若比較父本的成功率，三月紅、高雄早生最高接近30%，玉荷包次之爲25%，黑葉、沙坑、糯米糍均不及20%，73-S-20、桂味、獅頭最差，均不及5%，再就特定組合之著果率而言，沙坑×三月紅，桂味×糯米糍、桂味×沙坑，均有60%以上的成功率，沙坑×糯米糍，三月紅×高雄早生，亦約有50%左右的成功率，三月紅×黑葉，港尾晚生×沙坑可獲得40%以上之成功率，其餘組合成功率大多爲20%左右（部份組合樣本數太少不列入比較）。最差的組合是玉荷包×沙坑及獅頭×沙坑雜交60-50穗無一結果，另外黑葉與獅頭雖同爲黑葉系統，彼此雜交卻幾乎不著果。從上述的結果似可看出下列兩項趨勢：1.著果率偏低的品種仍不宜當作人工雜交授粉的母本，此與顏等[6]的試驗結果趨勢相同，沈[1]認爲荔枝經授粉受精之後，其胚胎發育過程基本與母本品種相同，即正常型（大核）品種若授以敗育型品種的花粉，其種子發育正常，敗育型（焦核型）品種若授以正常型品種的花粉，其種子仍爲敗育，因此荔枝雜交育種不能選用敗育型品種作母本。本試驗糯米糍、73-S-20、獅頭、玉荷包，均屬胚胎敗育型品種，玉荷包本次試驗雖有約18%的成功率，然其種子多爲焦核播種後僅少數爲大核的種子出苗（資料未顯示）。2.以沙坑和桂味爲母本雜交成功率頗高，尤其沙坑×三月紅，沙坑×糯米糍，桂味×糯米糍等組合有助於獲得極端產期，產量穩定，品質較優良的後代，可多加利用。但若以沙坑及桂味當父本則成功率極低，須避免採用。

表1. 荔枝品種間人工雜交授粉著果情形[z]

Table 1. Effect of various parental crosses on fruit-seting[Z]

♀ \ ♂	Sun Yueh Hong (三月紅)	Yu Her Pao (玉荷包)	Kaohsiung Early (高雄早生)	Hak Ip (黑葉)	Sah Keng (沙坑)	No Mi Tsz (糯米糍)	73-S-20	Kwai Mi (桂味)	Shih Tou (獅頭)
Sun Yueh Hong (三月紅)	—	16/54[y](28)	9/19(17)	4/9(10)	2/7(4)	0/1(0)	—	—	—
Yu Her Pao (玉荷包)	25/99(49)	—	11/50(13)	7/80(14)	0/62(0)	10/45(11)	—	—	20/72(38)
Hak Ip (黑葉)	24/99(40)	13/47(16)	—	—	5/37(8)	13/28(36)	—	—	3/17(8)
Sah Keng (沙坑)	31/47(61)	5/21(15)	3/13(9)	8/29(12)	—	5/9(13)	—	—	—
No Mi Tsz (糯米糍)	1/6(3)	3/6(5)	—	6/53(7)	4/67(14)	—	—	0/288(0)	—
73-S-20	0/2(0)	0/1(0)	—	1/1(1)	0/3(0)	0/1(0)	—	—	—
Kangwei Late (港尾晚生)	—	—	—	6/15(16)	7/16(11)	3/155(3)	—	—	—
Kwai Mi (桂味)	0/25(0)	—	—	0/3(0)	8/13(11)	15/23(43)	—	—	—
Hawi Li (淮荔)	—	—	—	0/3(0)	1/2(1)	3/8(5)	2/53(2)	—	—
Shih Tou (獅頭)	—	0/21(0)	—	0/13(0)	0/49(0)	0/33(0)	—	0/161(0)	—

[z] The table was the total data which collected from 1991 to 1993.

[y] Denominator was the number of pollinated panicle, numerator was the number of fruit-seting panicle, the number inside parentheses denotes total fruit harvested.

二、不同母本來源之自然授粉實生苗植株幼年期、果實成熟期及果實性狀評估

嘉義分所自民國77年至85年所收集之自然授粉實生苗已結果者共計324株，各品種的後代分別為三月紅21株、紅皮34株、高雄早生30株、黑葉42株、沙坑87株、妃子笑14株、獅頭4株、港尾晚生20株、糯米糍22株、桂味20株、其它品種9株、母本不詳及實生品系後代者21株。其植株幼年期、果實成熟期、果實性狀與母本來源間的關係，如表2、3、4所示。茲說明如下：

(一) 植株幼年期頻度分佈

已結果的實生苗中屬於播種6～8年後結果者佔大多數，其中又以播種後7年開花者為最多，沙坑、高雄早生、桂味之實生後裔在播種5年後即結果者佔該品種總結果之實生苗數10％以上，港尾晚生的後裔播種後6年結果者亦佔該品種總結果者的50％（表2），顯示以這個品種為親本幼年期可能較短，可縮短育種的時間。

(二) 果實成熟期

中熟期，亦即成熟期與黑葉相近者，仍佔多數，此可能與中熟或近中熟品種多，父本來源充裕有關；另一方面各品種的後代或多或少仍保留了母本成熟期的特性，雖然品種間仍有很大差異，三月紅的後代有14％極早熟，71％早熟，桂味的後代屬極晚熟及晚熟者各佔25％，糯米糍及港尾晚生約有60％的子代有晚熟性狀。值得注意的是沙坑種，母本雖為中熟期，後代卻有8％極早熟，36.8％早熟（表3），且若持續以沙坑種的子代為母本其後裔果實成熟期有更提早的趨勢，例如沙坑子代″71-3-55" 果實成熟期約較沙坑早兩週，而其子代如 "71-3-55-18" 又較 "71-3-55" 早一週成熟（表5）。因此在育種效率的增進上，可充份運用上述各品種的特性，將三月紅、沙坑種在一起，糯米糍、桂味、港尾晚生種在一處，較易獲得極端成熟期的後代。

(三) 果實性狀

單果重介於11公克至26公克之間，果肉率介於56至67 ％之間，可溶性固形物介於16.3 ° Brix至18.3 ° Brix之間（表4）。至於供試的親本之果實性狀，單果重方面：大果品種如三月紅及沙坑在24至

表2. 荔枝不同母本來源之自然授粉實生苗幼年期頻度分佈表 (%)

Table 2. Distribution of seedlings in juvenile period of progenies from various mother plant varieties (%)

	Juvenile period (Years)						
Mother plant varieties	5	6	7	8	9	10	11
Sun Yueh Hong (三月紅)	—	28.6	57.1	14.3	—	—	—
Hung Pi (紅皮)	5.9	23.5	35.3	5.9	11.8	17.7	3.4
Kaohsiung Early (高雄早生)	13.3	13.3	13.3	40.0	13.3	6.8	—
Hak Ip (黑葉)	4.9	9.8	56.0	9.8	2.4	12.2	4.9
Sah Keng (沙坑)	11.7	23.3	26.7	28.3	5.0	1.7	—
Fei Tzu Hsiao (妃子笑)	—	—	64.3	14.3	14.3	7.1	—
Shih Tou (獅頭)	—	—	—	—	—	100	—
Kangwei Late (港尾晚生)	—	50.0	10.0	10.0	10.0	20.0	—
No Mi Tsz (糯米糍)	—	—	36.4	9.1	—	54.5	—
Kwai Mi (桂味)	10.0	15.0	35.0	40.0	—	—	—

表3. 荔枝現有品種實生後裔果實成熟期之變異分佈 (%)

Table 3. Distribution of seedlings in the mature seasons of progenies from various mother plant varieties (%)

	Maturity seasons[z](%)				
Mother plant varieties	Very-early	Early	Medium	Late	Very-late
Sun Yueh Hong (三月紅)(Very-early)[y]	14.3	71.4	14.3	—	—
Hung Pi (紅皮)(Early)	—	17.6	52.9	29.5	—
Kaohsiung Early (高雄早生)(Early)	—	6.7	73.3	20.0	—
Hak Ip (黑葉)(Medium)	—	4.8	61.9	23.8	9.5
Sah Keng (沙坑)(Medium)	8.0	36.8	46.0	17.2	—
Fei Tzu Hsiao (妃子笑)(Medium)	—	—	64.3	35.7	—
Shih Tou (獅頭)(Medium)	—	—	—	—	—
Kangwei Late (港尾晚生)(Late)	—	—	40.0	60.0	—
No Mi Tsz (糯米糍)(Late)	—	—	45.5	54.5	—
Kwai Mi (桂味)(Very-late)	—	—	50.0	25.0	25

[z] On the basis of "Hak Ip" maturity season each year, very early - 20 days earlier, early - 10 days earlier, late - 10 days later, very late - 20 days later.

[y] mother plant varieties maturity season.

表4. 不同母本來源之自然授粉實生苗果實性狀比較表[z]

Table 4. Main fruit characters of progenies from various mother plant varieties

Mother plant varieties	Fruit weight (g)	Aril ratio (%)	Total soluble solids (°Brix)
Sun Yueh Hong (三月紅)	19.7 ± 6.2	64.8 ± 5.7	16.3 ± 3.1
Hung Pi (紅皮)	15.4 ± 3.2	60.6 ± 8.3	16.3 ± 2.0
Kaohsiung Early (高雄早生)	18.9 ± 7.1	63.7 ± 7.1	17.2 ± 1.3
Hak Ip (黑葉)	19.0 ± 6.4	65.4 ± 8.7	16.5 ± 1.9
Sah Keng (沙坑)	21.1 ± 5.2	63.0 ± 10.2	16.2 ± 2.1
Fei Tzu Hsiao (妃子笑)	20.3 ± 6.4	62.9 ± 5.0	16.8 ± 1.6
Shih Tou (獅頭)	26.7 ± 2.5	61.3 ± 4.3	15.7 ± 1.8
Kangwei Late (港尾晚生)	18.7 ± 6.7	71.5 ± 4.4	16.6 ± 2.5
No Mi Tsz (糯米糍)	15.3 ± 4.8	60.9 ± 6.9	18.5 ± 1.9
Kwai Mi (桂味)	15.8 ± 1.7	63.3 ± 2.9	17.7 ± 2.1

[z] The total open pollinated seedlings were 324. Data were the means of total progenies with SD per variety.

28公克之間，中果品種如高雄早生、黑葉、妃子笑、獅頭、港尾晚生在23至24公克之間，小果品種如紅皮、糯米糍、桂味在17至20公克之間；在果肉率方面：獅頭、港尾晚生、糯米糍在75％左右，黑葉及沙坑在70％左右，其餘品種則在65％左右；可溶性固形物方面則除糯米糍及桂味在18。Brix以上，其餘則在17。Brix左右。若將子代與母本相較。小果品種如桂味、糯米糍、紅皮的後代有較小的單果重介於11至20公克之間，然大果品種如沙坑、三月紅之後代、卻未較中果品種如黑葉有較高的單果重。港尾晚生的後代有最高的果肉率可達75％，糯米糍的後代表現並未如預期，大果品種如沙坑、三月紅的後代則存有很大的變異，其中不乏果肉率70％以上者。至於可溶性固形物則以糯米糍後代爲最佳，達到17至20度Brix之間，次佳者爲桂味爲15至20度Brix，其餘各品種則多介於14至18度Brix之間（表4)。綜合以上所述可知，自然授粉實生苗果實性狀與原母本品種一致性較高者爲可溶性固形物，果重則以小果品種的後代表現較爲相似，反之，果肉率則以大果品種勉強與其母本相近。

由前述的調查結果可知，沒有任何一個品種的後代可輕易同時達到大果、高果肉率及高可溶性固形物等三項要求，亦即欲以一次雜交就選到理想品種十分困難，主要的瓶頸在於大果品種可溶性固形物常較低，而小果品種如糯米糍、桂味雖有較高的可溶性固形物，但果肉率卻不合乎理想，改善之道是擴大種植花期相似，較可能具有高果肉率子代及高可溶性固形物子代的親本於一處任其雜交，例如港尾晚生與糯米糍或沙坑與玉荷包（玉荷包產量低又多爲焦核，種子獲得不易，但可充當父本）；然另一方面，由於影響果肉率的主要因素小核率易受其他品種及環境的影響，高小核率之品種與其他品種混植時，小核率往往較單一品種種植時爲低，實生品系因密植的影響，小核率常更不易評估[7]；因此，高可溶性固形物但果肉率尚欠理想的實生品系，常有賴品種比較試驗做進一步的評估以決定是否淘汰；同理，由於密植時管理較爲粗放，除可溶性固形物欠佳，其餘性狀均極優良的實生品系，在正常管理時，可溶性固形物是否可進一步的提高亦有賴往後的評估。因此今後育種工作亦必須改進栽培環境，以進一步評估優良有希望單株之果實性狀及其潛能。另外，若再就現有實生品系資料分析可發現以沙坑、三月紅、港尾晚生爲母本之子代植株幼年期較短（表2)，具有極端產期可能性較高（表3)，果實性狀變異性大，大果且高果肉率比例較高（表4)，尤其是沙坑種本身產量頗佳，因此，在決定收集及播種自然授粉園種子數量時，此三品種特別是沙坑應有較高的比例，較可提高育種效率。

三、實生品系評估

民國80年以前所選出的優良品系，顏及張[5]，顏等[7]已有有詳細討論，在此不予以詳述，80年以後所選出較爲優良者其果實性狀如表5，共計5品系，71-3-55-18屬早熟品系，產期比黑葉早18-21天，略晚於三月紅，但品質比三月紅佳。其餘4品系產期與黑葉相近或略晚，以76-C-2果大、子小，糖度高，最具有潛力。沈[1]認爲品質優良的荔枝品種最基本的要求應是果重20公克，果肉率70％，可溶性固形物17度Brix。顏等[7]認爲在臺灣甜度爲影響荔枝品質之最重要因素，17度Brix以上者多可令

表5. 荔枝優良實生果實主要性狀分析表

Table 5. Fruit characteristics of promising lines of litchi

Lines	Parents	Fruit weight (g)	Seed weight (g)	Aril ratio (%)	Total soluble solids (°Brix)	Maturity seasons
71-3-55-18[z]	71-3-55	26.9	2.5	66.8	15.3	Late of May
77-3-2-17	Sah Keng (沙坑)	18.5	0.8	76.0	17.1	Early of June
77-S-3	Unknown	21.9	2.0	70.0	19.0	Early of June
76-C-2	Hak Ip X Yu Her Pao (黑葉X玉荷包)	27.7	1.3	72.7	18.1	Mid of June
78-9-5-10	Fei Tzu Hsiao (妃子笑)	19.6	1.4	67.5	19.4	Late of June

[z]The first number of the line number was the year which got the seed, but the seed of 71-3-55-18 was gotten in 1990.

人滿意，若低於16度Brix者較不易受歡迎。若依上述觀點，表5中的品系僅76-C-2，77-S-3達到標準。但考量國人喜歡高甜度或種子小的習性，且市場極需異熟期的品種以調節產期，因此另外3品系以具有上述之一的特殊性狀而入選。

荔枝育種工作執行至今已育出幾個具有不同特性之實生品系，但面對荔枝一萬餘公頃的栽培面積且加入世界貿易組織 (WTO) 在即的今天，這些品系仍是不夠，主要是可供果農選擇的極端或異時產期、豐產、穩產、質優甚至退而求其次果實品質可爲市場所接受之品系仍然太少，雖然經過多年育種經驗，及對遺傳特性的了解，達到上述目標的育種年限或可縮短，但另一重要措施應爲再蒐集品種及擴大種源，例如自中國大陸引入一年兩收或兩年三收的四季荔或豐穩產大果的品種，將其特性導入現有的栽培品種，則育種效率應可大幅提昇。

誌　　謝

本研究承行政院農業委員會經費補助，並承嘉義農業試驗分所程分所長永雄、徐主任信次之鼓勵與支持，黃如杏、張春蕉、王惠娟、林政德協助試驗調查，何昭吉、劉茂南、邱顯政及其他嘉義分所同仁協助管理試驗果園，謹申謝意。

引用文獻

1. 沈德緒。1984。荔枝育種。果樹育種學。346-354頁。沈德緒主編。農業出版社。中國大陸。
2. 張振亩。1961。臺灣荔枝現況。中國農學會新報33: 51-63。
3. 黃弼臣。1966。荔枝。廣益書局。160頁。臺中。
4. 臺灣省政府農林廳。1999。臺灣農業年報。民國88年版。412頁。南投。
5. 顏昌瑞、張哲瑋。1988。荔枝育種－經濟品種利用及實生品系評估。中國園藝34: 322-323。
6. 顏昌瑞、廖玉琬、田永柔。1984。臺灣之荔枝品種及其改良。中國園藝30: 210-222。
7. 顏昌瑞、張哲瑋、謝鴻業、林宗賢。1993。荔枝與龍眼育種。果樹育種研習會專刊: 289-306。臺灣省農業試驗所編印。臺中。
8. Hesse, O. C. 1975. Peaches. pp285-335. in: Advances in Fruit Breeding. (Janick, J. and J. N.Moore, eds.). Purdue University Press, West Lafayette, Indiana, U.S.A.
9. Menzel, C. M., and D. R. Simpson. 1990. Performance and improvement of lychee cultivars: a review. Fruit Var. J. 44: 197-215.
10. Sherman, W. B., R. H. Sharpe, and J. Janick. 1973. The fruiting nursery: ultrahigh density for evaluation of blueberry and peach seedling. HortScience 8: 170-172.
11. Sherman, W. B., and P. M. Lyrene. 1983. Handling seedling populations. pp66-73. in: Methods in fruit breeding.(Moore, J. N. and J. Janick, eds.). Purdue University press, West Lafayett, Indiana, U.S.A.

Litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) breeding-The influences of mother plant on juvenile period, fruit maturity season and fruit characters, and the selection of promising lines [1]

Jer-Way Chang [2], Cheng-Nan Chao [2] and Chung-Ruey Yen [3]

Summary

In controlled pollination, 'Sah Keng' and 'Kwai Mi' used as mother plant could produce more fruits than other varieties. The influences of mother plant on juvenile period, fruit maturity season and fruit characters of progenies were studied. 'Sah Keng', 'Kaohsiung Early' and 'Kangwei Late' used as mother plant contributed to shorter juvenile period of progenies than other varieties. The progenies of 'Sah Keng' showed divergence toward early maturity season. When the progenies of 'Sah Keng' were used as mother plant, some seedlings of the 2nd progenies had maturity season one week earlier than mother plant and three weeks earlier than 'Sah Keng'. The contribution from mother plant to fruit size of progenies was not quite significantly correlated. However, the progenies of small mother plant produced smaller fruits more than the larger mother plant did. Aril ratio of progenies was not positively correlated with that of mother plant. Soluble solids in fruits of progenies were rather consistent with those in mother plant. Five promising lines were selected for advanced test in the breeding program.

Key words : *Litchi chinensis* Sonn., Breeding, Progeny, Juvenile period, Fruit.

---

1. Contribution No.2093 from Taiwan Agricultural Research Institute, Council of Agriculture.

2. Assistant horticulturist, Chia Yi Agriculture Experiment Station, TARI, Taiwan, R.O.C.

3. Professor Dept. of plant Industry, National Pingtung University of Science and Technology, Pingtung, Taiwan, R.O.C.